

K06-162601M/TBS

**IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE**

In re patent application of

Mahito Shiba et al.

Serial No.: 10/668,602

Group Art Unit: 2632

Filing Date: September 24, 2003

Examiner: Unknown

For: STEERING STATE DETECTING APPARATUS

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

**SUBMISSION OF PRIORITY DOCUMENT**

Sir:

Submitted herewith is a certified copy of Japanese Application Number 2002-279436  
filed on September 25, 2002, upon which application the claim for priority is based.

Respectfully submitted,

Sean M. McGinn  
Registration No. 34,386

Date:

12/23/03

McGinn & Gibb, PLLC  
Intellectual Property Law  
8321 Old Courthouse Road, Suite 200  
Vienna, VA 22182-3817  
(703) 761-4100  
Customer No. 21254

日本国特許庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出願年月日                      2002年 9月25日  
Date of Application:

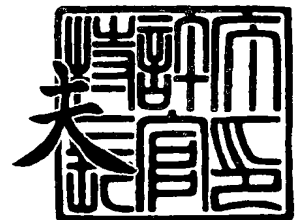
出願番号                      特願2002-279436  
Application Number:  
[ST. 10/C]:                      [JP2002-279436]

出願人                      光洋精工株式会社  
Applicant(s):

2003年10月24日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今井 康



出証番号    出証特2003-3088057

【書類名】 特許願

【整理番号】 104329

【提出日】 平成14年 9月25日

【あて先】 特許庁長官殿

【国際特許分類】 G01L 3/10  
G01B 7/30

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中心区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社  
内

【氏名】 柴 真人

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中心区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社  
内

【氏名】 徳本 欣智

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中心区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社  
内

【氏名】 前田 直樹

【発明者】

【住所又は居所】 大阪市中心区南船場三丁目5番8号 光洋精工株式会社  
内

【氏名】 古▲高▼ 研一

【特許出願人】

【識別番号】 000001247

【氏名又は名称】 光洋精工株式会社

【代表者】 ▲吉▼田 紘司

## 【代理人】

【識別番号】 100092705

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 渡邊 隆文

【電話番号】 078-272-2241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100104455

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 喜多 秀樹

【電話番号】 078-272-2241

## 【選任した代理人】

【識別番号】 100111567

## 【弁理士】

【氏名又は名称】 坂本 寛

【電話番号】 078-272-2241

## 【手数料の表示】

【予納台帳番号】 011110

【納付金額】 21,000円

## 【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 0209011

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 操舵状態検出装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

操舵部材に連結される入力軸の回転に応じた出力信号を出力する第 1 のセンサ部と、前記入力軸にトーションバーを介在させて連結された出力軸の回転に応じた出力信号を出力する第 2 のセンサ部とを具備し、

前記第 1 及び第 2 の各センサ部が、それぞれ対応する入力軸または出力軸に一体回転可能に設けられその軸の周方向に略等間隔で突設された磁性体からなる歯部を有する平歯状のターゲットと、磁気抵抗効果素子を有し前記歯部に対向して配置された磁気センサとを備え、

前記第 1 及び第 2 のセンサ部の出力信号を用いて前記操舵部材での操舵状態を検出する検出装置において、

前記操舵部材に加えられる回転トルクの許容最大値を  $T$  としたときに、下記の不等式 (1) を満足するように、

$$360(\text{deg}) / Z > T(\text{Nm}) / K(\text{Nm/deg}) \quad \text{--- (1)}$$

前記歯部の歯数  $Z$  及び前記トーションバーのバネ定数  $K$  を決定したことを特徴とする操舵状態検出装置。

【請求項 2】

前記第 1 及び第 2 のセンサ部の出力信号を対比することにより、これらの出力信号が一周期分以上ずれていないかどうかの判別処理を実施することなく、前記入力軸と前記出力軸との相対角変位を検出するように構成したことを特徴とする請求項 1 に記載の操舵状態検出装置。

【請求項 3】

前記磁気センサの対応する入出力軸の軸方向における検知幅に対して、前記歯部の軸方向幅を、当該歯部と磁気センサとの組立公差よりも大きく設定していることを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の操舵状態検出装置。

【請求項 4】

前記磁気センサの対応する入出力軸の軸方向における検知幅に対して、前記歯

部の軸方向幅を2～10mm大きく設定していることを特徴とする請求項1または2に記載の操舵状態検出装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、自動車等の車両に用いられ、その操舵部材での操舵状態を検出する検出装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

例えば自動車では、一般に電動式または油圧式の操舵補助装置が操舵部材から操向車輪に至る操舵系に連結されており、上記操舵補助装置から操舵補助力を操舵系に付与することでドライバーの操舵負担を軽減している。上記操舵系には、操舵部材に連結される入力軸と、この入力軸にトーションバーを介在させて操向車輪に連結された出力軸とを有する操舵軸が含まれており、操舵部材へのドライバーの操舵動作に応じて操向車輪の向きを変更するようになっている。

また、上記のような自動車では、上記操舵動作に応じた適切な操舵補助力を与えることでドライバーの操舵フィーリングが低下するのを防止することが要求されており、操舵部材での操舵状態、具体的には当該部材に加わる操舵トルクや操舵角等を検出するための操舵状態検出装置が設けられている。

【0003】

従来の操舵状態検出装置は、上記入力軸及び出力軸の回転に応じた出力信号をそれぞれ出力する2つのセンサ部を備えており、これらセンサ部の信号位相差に基づき入出力軸の相対角変位を得て上記トーションバーの捻れ角度を求め、上記操舵部材に加わる操舵トルクを算出する。また、上記センサ部では、対応する入出力軸の軸方向に対して同向きに等角度傾斜する磁性体製の突条からなる歯部を有する円環状のターゲットと、上記歯部に対向配置された磁気抵抗効果素子からなる磁気センサとが設けられており、磁気センサが対応する入出力軸の回転に応じて周期的に変化する出力信号を出力する（例えば、特許文献1参照。）。

【0004】

ところが、上記従来の操舵状態検出装置では、磁気センサは対応する入出力軸の回転に伴う上記軸方向に等角度傾斜された歯部との距離変化を、磁界の強さ変化に基づいて検出し、上記周期的に変化する出力信号を出力することから、磁気センサと歯部との軸方向における取り付け許容誤差が小さく、当該センサ及びターゲットを高精度に取り付ける必要があり、その組立作業に長い時間を要した。

#### 【0005】

上記のような問題を解決するために、本出願人は、上記ターゲットに代えて周方向に略等間隔で突設された歯部を有する平歯状のターゲットを用いることにより、上記従来品に比べて歯部の磁気センサとの軸方向における取り付け許容誤差を大きくすることができる検出装置を提供している（例えば、特許文献2参照）。

#### 【0006】

##### 【特許文献1】

特開 2002-29431号公報（第4～5頁、図1）

##### 【特許文献2】

特開 2002-116095号公報（第5頁、図5）

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

しかしながら、上記特許文献2に記載された従来の操舵状態検出装置では、上記トーションバーが大きく捻れたときに、ターゲット歯部の歯数などによっては対応する磁気センサが出力する入出力軸の出力信号（回転検出波形）が一周期分以上ずれることがあった。このため、各磁気センサからの回転検出波形を用いて入出力軸の相対角変位を瞬時に検出することができず、ドライバーの操舵動作の開始（検出）時点からの入出力軸の各回転検出波形での波形（周期）数のカウントを行うなどしてそれらの回転検出波形が一周期分以上ずれていないかどうかの判別処理を行う必要があった。この結果、電源投入（自動車の始動）直後の操舵状態を検出できなかったり、検出装置の処理負荷の増大や回路規模の大型化を招いたりすることがあった。

#### 【0008】

上記のような従来の問題点に鑑み、本発明は、トーションバーが大きく捻れた場合でも、入出力軸の回転検出波形が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができ、よって入出力軸の相対角変位を瞬時に検出することができる構造簡単でコスト安価な操舵状態検出装置を提供することを目的とする。

#### 【0009】

##### 【課題を解決するための手段】

本発明は、操舵部材に連結される入力軸の回転に応じた出力信号を出力する第1のセンサ部と、前記入力軸にトーションバーを介在させて連結された出力軸の回転に応じた出力信号を出力する第2のセンサ部とを具備し、前記第1及び第2の各センサ部が、それぞれ対応する入力軸または出力軸に一体回転可能に設けられその軸の周方向に略等間隔で突設された磁性体からなる歯部を有する平歯状のターゲットと、磁気抵抗効果素子を有し前記歯部に対向して配置された磁気センサとを備え、前記第1及び第2のセンサ部の出力信号を用いて前記操舵部材での操舵状態を検出する検出装置において、

前記操舵部材に加えられる回転トルクの許容最大値をTとしたときに、下記の不等式(1)を満足するように、

$$360(\text{deg}) / Z > T(\text{Nm}) / K(\text{Nm/deg}) \quad \text{--- (1)}$$

前記歯部の歯数Z及び前記トーションバーのバネ定数Kを決定したことを特徴とするものである(請求項1)。

#### 【0010】

上記のように構成された操舵状態検出装置では、上記(1)式の左辺で規定される一つの上記歯部の軸中心に対する中心角を、同(1)式の右辺で規定される上記トーションバーでの最大許容捻れ角度より大きくしている。これにより、トーションバーが最大限に捻れるよう入出力軸が回転したときでも、上記各センサ部から出力される出力信号(回転検出波形)が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができる。

#### 【0011】

また、上記操舵状態検出装置(請求項1)において、前記第1及び第2のセンサ部の出力信号を対比することにより、これらの出力信号が一周期分以上ずれて



いないかどうかの判別処理を実施することなく、前記入力軸と前記出力軸との相対角変位を検出するように構成することが好ましい（請求項2）。

この場合、上記判別処理を省略することにより、検出装置はその電源が投入された直後でも上記操舵部材での操舵状態を検出することができるとともに、当該検出装置の処理負荷の増大及び回路規模の大型化をより確実に防ぐことができる。

#### 【0012】

また、上記操舵状態検出装置（請求項1または2）において、前記磁気センサの対応する入出力軸の軸方向における検知幅に対して、前記歯部の軸方向幅を、当該歯部と磁気センサとの組立公差よりも大きく設定することが好ましい（請求項3）。

この場合、上記歯部と磁気センサとが組立公差内に組立られたときには、各センサ部は当該歯部と磁気センサとの組立誤差の影響を排除して対応する入出力軸の回転検出波形を出力することができる。

#### 【0013】

また、上記操舵状態検出装置（請求項1または2）において、前記磁気センサの対応する入出力軸の軸方向における検知幅に対して、前記歯部の軸方向幅を2～10mm大きく設定してもよい（請求項4）。

この場合、上記歯部の軸方向幅を上記磁気センサの検知幅より2mm以上に設定することにより、対応する入出力軸の回転検出波形での上記歯部と磁気センサとの組立誤差の影響を排除することができるとともに、上記軸方向幅を検知幅より10mm以下に設定することにより、ターゲットの軸方向幅が必要以上に大きくなるのを防ぐことができる。

#### 【0014】

##### 【発明の実施の形態】

以下、本発明の操舵状態検出装置を示す好ましい実施形態について、図面を参照しながら説明する。尚、以下の説明では、電動式の操舵補助装置としての電動パワーステアリング装置に本発明を適用した場合について説明する。

#### 【0015】

図1は、本発明の一実施形態による操舵状態検出装置を含んで構成された電動パワーステアリング装置の要部構成を示す構造図である。図において、本実施形態の電動パワーステアリング装置は、例えば自動車に搭載され、操舵部材（ステアリングホイール）1とピニオン2との間に、操舵軸3を介在させたものである。操舵軸3は、その中心に設けられたトーションバー31と、トーションバー31の入力側（上方）に固定された入力軸32と、トーションバー31の出力側（下方）に固定された出力軸33とを備えている。入力軸32と出力軸33とは、互いに同軸に配置されているが、相互には直接連結されておらず、トーションバー31を介在させて同軸的に連結されている。

#### 【0016】

上記入力軸32には操舵部材1が連結され、ドライバーの操舵動作による操舵部材1の回転が直接的に伝えられるようになっている。

上記出力軸33には、ウォーム5及びこれに噛み合うウォームホイール4を有する減速機構と、上記ウォーム5が出力軸に一体回転可能に取り付けられ制御ユニット21により制御される操舵補助用の電動モータ6とが連結されており、当該電動モータ6の回転を減速しピニオン2に操舵補助力として伝達する。このピニオン2の回転が、ラック7の直線運動に変換され、左右のタイロッド8を介して操向車輪9が転舵される。上記減速機構と電動モータ6とが、操舵部材1から操向車輪9に至る操舵系に操舵補助力を付与する操舵補助部を構成している。

#### 【0017】

また、上記入力軸32及び出力軸33には、本発明の操舵状態検出装置に含まれたセンサ部が設けられており、操舵部材1への上記操舵動作に伴い回転する入出力軸32、33の各回転角を検出するようになっている。具体的には、図2も参照して、入力軸32には、第1のターゲット板34が一体回転可能に取り付けられ、さらにこのターゲット板34の外周外方に第1の磁気センサA1、B1が配置されている。同様に、出力軸33には、第2及び第3のターゲット板35、36が一体回転可能に取り付けられ、さらにこれらターゲット板35、36の外周外方に第2及び第3の磁気センサA2、B2及びA3、B3がそれぞれ配置されている。

## 【0018】

上記第1のターゲット板34と第1の磁気センサA1, B1とが入力軸32の回転に応じた出力信号を制御ユニット21に出力する第1のセンサ部Pを構成し、第2のターゲット板35と第2の磁気センサA2, B2とが出力軸33の回転に応じた出力信号を制御ユニット21に出力する第2のセンサ部Qを構成している。また、第3のターゲット板36と第3の磁気センサA3, B3とは出力軸33の回転に応じた出力信号を制御ユニット21に出力する第3のセンサ部Rを構成するものであり、制御ユニット21が上記第2及び第3のセンサ部Q, Rの出力信号を用いて出力軸33の絶対回転位置を検出している。

## 【0019】

上記各ターゲット板34～36は、磁性体からなる外周の歯部34a～36aが周方向に等間隔に設けられた平歯車状に構成されたものであり、外周に凹凸を有するターゲットを形成している。また、これらの各ターゲット板34～36は、JISに規定されたモジュール3以下の歯車相当品であり、外径（ピッチ円径）及び歯部数（歯数）を最適化することで上記センサ部P, Q, Rの各感度を確保しつつ、外径が必要以上に大きくなるのを防ぐことで自動車への搭載性が低下するのを防止している（詳細は後述）。さらに、上記平歯状のターゲットは、外周に凹凸が形成されているものであればよく、歯部個々の形状は図1に示した先端部分を軸方向に切り落とした歯部34a～36aの形状に限定されない。

また、入出力軸32, 33の相対角変位の検出に用いられる上記第1及び第2のターゲット板34, 35では、その歯部34a, 35aの歯数は同数Z（例えば36）に設定されており、後に詳述するように、対応するセンサ部P, Qが出力する入出力軸32, 33の出力信号（回転検出波形）が一周期分以上ずれるのを確実に防止している。

また、上記第3のターゲット板36では、その歯部36aの歯数は第1及び第2のターゲット板34, 35の上記歯数36と互いに素（1以外の公約数をもたない）である数、例えば35が選択されている。

## 【0020】

また、第1～第3の磁気センサA1, B1, A2, B2, A3, B3は、対応

するターゲット板 34～36 の外周の歯部 34a～36a に対向するように、3 段 2 列に配置されており、これらはセンサボックス 10 に収められている。センサボックス 10 は車体の所定位置に固定されたものであり、各磁気センサ A1, B1, A2, B2, A3, B3 と対応する上記歯部 34a～36a とのギャップを所定距離で確保して維持するようになっている。また、第 1 の磁気センサ A1, B1 は、第 1 のターゲット板 34 の互いに異なる周方向位置に対向して配置されている。同様に、第 2 の磁気センサ A2, B2 は、第 2 のターゲット板 35 の互いに異なる周方向位置に対向して配置され、第 3 の磁気センサ A3, B3 は、第 3 のターゲット板 36 の互いに異なる周方向位置に対向して配置されている。

#### 【0021】

上記の各磁気センサ A1～A3, B1～B3 は、磁界の作用により抵抗が変化する特性をもつ素子、例えば磁気抵抗効果素子 (MR 素子) を有するものであり、対向する歯部 34a～36a によるターゲット外周の凹凸に応じて周期的に変化、すなわち一つの歯部で一周期変化する電圧信号を出力する。詳細には、ドライバーのステアリング操作に応じて、第 1 のターゲット板 34 が入力軸 32 と共に回転すると、凹凸により第 1 の磁気センサ A1, B1 の出力信号は入力軸 32 及びターゲット板 34 の回転角の変化 (角変位) に応じて周期的に変化する周期信号となる。また、第 2 のターゲット板 35 が出力軸 33 と共に回転すると、凹凸により第 2 の磁気センサ A2, B2 の出力信号は出力軸 33 及びターゲット板 35 の回転角の変化に応じて周期的に変化する周期信号となり、第 3 のターゲット板 36 が出力軸 33 と共に回転すると、凹凸により第 3 の磁気センサ A3, B3 の出力信号は出力軸 33 及びターゲット板 36 の回転角の変化に応じて周期的に変化する周期信号となる。

#### 【0022】

また、上記第 1 の磁気センサ A1 と B1 とは、それらの出力信号が、図 3 に示すように、電気角で例えば  $\pi/2$  の位相差を生じるよう第 1 のターゲット板 34 に対向して配置されている。同様に、第 2 の磁気センサ A2 と B2 とは、それらの出力信号が  $\pi/2$  の位相差を生じるよう第 2 のターゲット板 35 に対向して配置され、第 3 の磁気センサ A3 と B3 とは、それらの出力信号が  $\pi/2$  の位相差

を生じるよう第3のターゲット板36に対向して配置されている。このように、第1～第3のセンサ部P, Q, Rにおける2つの磁気センサA1～A3, B1～B3からの出力信号の位相を各々ずらすことにより、対応するターゲット板34～36の凹凸形状に応じて、非線形な変化が出力波形の極大値及び極小値付近で現れたときでも、制御ユニット21は2つの磁気センサA1～A3, B1～B3の一方の信号が非線形領域のときは他方の線形領域の信号を用いることができ、入出力軸32, 33の各回転検出精度が低下するのを防ぐことができる。

#### 【0023】

さらに、第3のターゲット板36の歯数(=35)が第2のターゲット板35の歯数(=36)より1少ないことにより、第3の磁気センサA3, B3の出力は、第2の磁気センサA2, B2の出力と比べて、出力軸33の回転量( $2\pi/36$ )あたりに( $(2\pi/36) - (2\pi/35)$ )の位相ずれを生じ、出力軸33の1回転で元に戻る。従って、予め出力軸33の絶対回転位置と上記位相のずれとの関係を調べてテーブル化しておくことにより、位相ずれから出力軸33の絶対回転位置を割り出すことができる。このようなテーブルは、制御ユニット21の後述のデータ記憶部に予め格納されている。

#### 【0024】

また、上記各センサ部P, Q, Rでは、磁気センサA1～A3, B1～B3は各々その信号増幅を行う増幅器や外乱ノイズ等のノイズを除去するバンドパスフィルタなどを介して制御ユニット21に接続されている(図示せず)。

また、例えば上記磁気センサA1は、図4に示すように、二つの上記MR素子a1, a2を入力軸31(ターゲット板34)の接線方向に並べて配置しハーフブリッジ接続したものである。すなわち、互いに接続されたMR素子a1, a2に電圧Vccを印加し、両MR素子a1, a2間の電圧値をセンサ出力とするものである。ターゲット板34の回転によって各MR素子a1, a2の抵抗が変化すると、両MR素子a1, a2間の電圧値が周期的に変化し、正弦波状の出力が得られる。尚、他の磁気センサA2～A3, B1～B3も図4に示したセンサA1と同一に構成されている。

#### 【0025】

また、上記各センサ部 P, Q, R では、図 4 に例示して示すように、ターゲット板 34 の歯部 34 a の軸方向幅（図に H にて図示）を、磁気センサ A 1 の上記 MR 素子 a 1, a 2 の軸方向における各検知幅（図に D にて図示）よりも大きくしている。上記検知幅は、歯部 34 a に対向する素子表面での軸方向寸法ではなく、この軸方向寸法、当該歯部 34 a と素子との間のエアギャップ、及びセンサ側に設けられた磁界発生用電磁石の磁界強さなどにより規定される素子のセンシング可能な軸方向幅である。

#### 【0026】

具体的には、上記検知幅に対して、歯部 34 a の軸方向幅を当該歯部 34 a と磁気センサ A 1 との組立公差（例えば  $\pm 1\text{ mm}$ ）、より好ましくは  $2 \sim 10\text{ mm}$  大きく設定している。このように磁気センサ A 1 の検知幅よりもターゲット歯部 34 a の軸方向幅を大きくすることにより、磁気センサ A 1 と歯部 34 a との軸方向における取り付け許容誤差を大きくすることができ、自動車に別個に取り付けられる磁気センサ A 1 及びターゲット板 34 の取付作業及び操舵状態検出装置の組立作業を簡単に行うことができる。また、 $10\text{ mm}$  以下に制限することにより、ターゲット板 34 の軸方向寸法が必要以上に大きくなるのを防いでセンサ部 P、ひいては検出装置を自動車に容易に組み込みことができる。

#### 【0027】

上記制御ユニット 21 は、第 1～第 3 のセンサ部 P, Q, R の出力を用いて所定の演算を行う演算部 21 a と、この演算部 21 a の演算結果に基づき電動モータ 6 の駆動制御を行う駆動制御部 21 b とを備えている。この制御ユニット 21 には、車速センサ 22 によって検出された車速の信号が入力されるようになっており、自動車の走行速度を鑑みて電動モータ 6 で発生させる回転力を決定するようになっている。また、制御ユニット 21 には、不揮発性メモリ等により構成されたデータ記憶部（図示せず）が設けられており、このデータ記憶部には、電動モータ 6 の駆動制御に必要なプログラムやテーブル化された情報等が予め格納され、さらには当該ユニット 21 の各部での演算結果などや上記車速センサ 22 などからの自動車の走行状態等を示す情報が適宜記憶される。

#### 【0028】

上記演算部 21a は、所定のサンプリング周期で、例えばセンサ部 P, Q の出力を取得し、対応する入力軸 32 及び出力軸 33 の回転角を得た後、これらの回転角を対比する（位相差を求める）ことにより入出力軸 32, 33 の相対角変位の絶対値を求めて、上記操舵部材 1 に加わる操舵トルク及び操舵角を算出する。また、演算部 21a は、算出した操舵トルク及び操舵角に基づき電動モータ 6 への指令値を決定し駆動制御部 21b に指示する。尚、演算部 21a が、第 3 のセンサ部 R の出力を用いることにより、出力軸 33 の絶対角変位の絶対値を求め、上記操舵トルク及び操舵角を算出することもできる。さらに、演算部 21a は、上記操舵角等以外に、操舵部材 1 の操舵（回転）速度やその操舵加速度を当該部材 1 での操舵状態として求めることもできる。

上記駆動制御部 21b は、演算部 21a から指示された指令値に基づいて電動モータ 6 に電流を供給して当該電動モータ 6 を駆動する。これにより、本実施形態の電動パワーステアリング装置は、ドライバーの操舵動作を検出しその動作に応じた操舵補助力を付与することができる。

#### 【0029】

ここで、図 5 及び図 6 を参照して、上記ターゲット板 34, 35 での歯部 34a, 35a の歯数 Z、並びに各ターゲット板 34～36 での外径及び歯数の最適化について具体的に説明する。

図 5 に示すように、上記各センサ部 P, Q, R の回転検出波形では、ターゲット板側や磁気センサ側の加工精度あるいは上記エアギャップ変動などに起因する検出エラーが発生するものであり、同図に点線で示した理想波形に対して、実際の回転検出波形は同図に実線にて示すように僅かに歪みを生じる。このような歪みに対し、上記ターゲット板側や磁気センサ側の加工精度が同一であれば、ターゲット歯部の歯数を増加させることにより、入出力軸 32, 33 の各回転角、ひいては操舵トルク等の検出精度を向上させることができる。しかしながら、歯数を増やしすぎると、トーションバー 31 が大きく捻れた場合に、入力軸 32 の回転検出波形が出力軸 33 の回転検出波形よりも一周期分以上多く出力されたり、逆に出力軸 33 の回転検出波形が入力軸 32 の回転検出波形よりも一周期分以上少なく出力されたりして、入出力軸 32, 33 の回転検出波形が一周期分以上の

ずれを発生することがある。また、歯数の増加に伴い、ターゲット板も大きくなって操舵状態検出装置の大型化を招いて、自動車への検出装置の搭載性が低下したり、衝突時での衝撃を吸収するために上記操舵軸 3 に設定される吸収代を短くする必要が生じたりする。

#### 【0030】

そこで、本願発明者等は、まず同一外径のターゲット板を用いて、その歯部の歯数を種々変更し、上記演算部 21a で算出される操舵トルクの誤差を求めた。この検証試験の結果例である図 6 に示すように、演算部 21a での算出トルクを、電動パワーステアリング装置に適用したときに要求される操舵トルクの許容誤差 0.1 (Nm) 以下とするには、ターゲット板の歯数を 28 以上にすればよいことが判明した。尚、この図 6 では、モジュール 1 の歯車相当品のターゲット板を用いた結果である。

#### 【0031】

また、他の検証試験によれば、各ターゲット板 34～36 では、外径を 30 mm 以上とし、歯数を 28 歯以上、より好ましくは 32 歯～40 歯とすることにより、各歯部 34a～36a の大きさなどの形状を適切なものとして対応する磁気センサの上記出力信号での S/N 比及び信号振幅 ( $V_{pp}$ ) を向上させて、所望のセンシング感度を確保できることが確認された。また、上記モジュール及び歯数をそれぞれ 3 及び 40 以下に制限することにより、ターゲット外径が 120 mm ( $= 3 \times 40$ ) 以下に制限されたコンパクトなセンサ部を構成して、自動車への取り付けを簡単に行えることが実証された。

尚、外径を 30 mm より小さくした場合、または 40 歯を超える歯部を形成した場合には、歯部形状が小さくなったことに起因して S/N 比が低下したり、信号振幅が小さくなったりし、センサ部の出力信号を用いた回転角等の検出精度の低下を招いた。

#### 【0032】

さらに、上記第 1 及び第 2 のターゲット板 34, 35 では、その歯部 34a, 35a の歯数  $Z$ 、上記操舵部材 1 に加えられる回転トルクの許容最大値  $T$  (Nm)、及びトーションバー 31 のバネ定数  $K$  (Nm/deg) で規定される下記 (1) 式の不等



式を満足させることにより、入出力軸 32, 33 の回転検出波形が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐよう構成されている。

### 【0033】

#### 【式1】

$$360(\text{deg}) \div Z > T(\text{Nm}) \div K(\text{Nm/deg}) \quad \text{--- (1)}$$

### 【0034】

詳細には、上記(1)式において、上記操舵系でのメカニカルなストッパ角と呼ばれる、トーションバー 31 での最大許容捻れ角度が右辺により求められ、同式左辺により、対応する入出力軸 32, 33 の軸中心に対する一つの歯部 34a, 35a 当たりの中心角が求められる。より具体的には、上記操舵部材 1 に加わる上記許容最大値 T は 20 (Nm) 程度あり、ばね鋼からなる上記トーションバー 31 のバネ定数 K は 2.35 (Nm/deg) 程度であり、歯部 34a, 35a の歯数 Z は上記(1)式を満たす例えば上記 36 ( $42.3 = (360/20) \times 2.35$ ) が選択されている。このように、上記最大許容捻れ角度 ( $8.5^\circ = 20/2.35$ ) よりも一つの歯部 34a, 35a の中心角 ( $10^\circ = 360/36$ ) を大きくしている。この結果、入出力軸 32, 33 間に生じるずれ角度が実質的に最大となるようトーションバー 31 が最大限に捻れて当該入出力軸 32, 33 が回転したときでも、入力軸 32 の回転検出波形が出力軸 33 の回転検出波形よりも一周期分以上多く出力されたり、出力軸 33 の回転検出波形が入力軸 32 の回転検出波形よりも一周期分以上少なく出力されたりするのを確実に防止することができ、それらの回転検出波形が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができる。

### 【0035】

以上のように、本実施形態による電動パワーステアリング装置では、トーションバー 31 が最大限に捻れて当該入出力軸 32, 33 が回転したときでも、入出力軸 32, 33 の回転検出波形が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができるので、対応するセンサ部 P, Q から出力されている現時点での回転検出波形を対比することによって入出力軸 32, 33 の相対角変位を瞬時に検出することができる。これにより、上記従来例と異なり、上記回転検出波形が一周期分以上ず

れていないかどうかの判別処理を省略することができる。また、このように判別処理を省略することができることから、上記制御ユニット 21 は電源が投入された（自動車の始動）直後でも上記操舵部材 1 での操舵状態を検出することができるとともに、制御ユニット 21 の処理負荷の増大及び回路規模の大型化を防ぐことができる。

#### 【0036】

尚、上記の説明では、減速機構と電動モータ 6 とで上記操舵系に操舵補助力を付与する操舵補助部を有する電動パワーステアリング装置に適用した場合について説明したが、本発明は車両の操舵部材での操舵状態を検出する各種検出装置に適用できるものであり、上記操舵トルクなどに基づき油圧バルブを制御する油圧式パワーステアリング装置等の他の形式の操舵補助装置や操舵補助装置を搭載していない車両にも適用することができる。

#### 【0037】

また、上記の説明では、バネ定数  $K$  が 2.35 程度のばね鋼からなるトーションバー 31 を用いた場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、上記操舵部材 1 に加えられる回転トルクの許容最大値  $T$  が指定されたときに、上記歯数  $Z$  及びバネ定数  $K$  の各パラメータの値を上記 (1) 式を満足するよう決定して上記各センサ部  $P$ 、 $Q$  から出力される出力信号（回転検出波形）が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができるものであればよい。

また、上記の説明では、制御ユニット 21 の演算部 21a が入出力軸 32, 33 の回転角の差を求めることにより、当該入出力軸 32, 33 の相対角変位を取得する構成について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなくセンサ部  $P$ 、 $Q$  を差動増幅器に接続して、その差動増幅器の出力信号から入出力軸 32, 33 の相対角変位を取得する構成でもよい。

#### 【0038】

##### 【発明の効果】

以上のように構成された本発明は以下の効果を奏する。

請求項 1 の操舵状態検出装置によれば、トーションバーが大きく捻れた場合でも、入出力軸の回転検出波形が一周期分以上ずれるのを確実に防ぐことができる

ので、各センサ部から出力されている現時点での回転検出波形を用いて入出力軸の相対角変位を瞬時に検出することができる。従って、この検出装置では、上記回転検出波形が一周期分以上ずれていないかどうかの判別処理を省略することができ、よって検出装置はその電源が投入された直後でも上記操舵部材での操舵状態を検出することができ、当該検出装置の処理負荷の増大及び回路規模の大型化を防ぐことができる。この結果、構造簡単でコスト安価な操舵状態検出装置を提供することができる。

#### 【0039】

また、請求項2の操舵状態検出装置によれば、入出力軸の回転検出波形が一周期分以上ずれていないかどうかの判別処理を省略しているので、電源投入直後での操舵部材の操舵状態を確実に検出できるとともに、当該検出装置の処理負荷の増大及び回路規模の大型化をより確実に防ぐことができる。

#### 【0040】

また、請求項3の操舵状態検出装置によれば、歯部と磁気センサとの組立誤差の影響を排除して各センサ部が対応する入出力軸の回転検出波形を出力することができるので、当該検出装置は上記組立誤差の影響を受けることなく操舵トルク等を正確に検出することができる。

#### 【0041】

また、請求項4の操舵状態検出装置によれば、対応する入出力軸の回転検出波形での上記歯部と磁気センサとの組立誤差の影響を排除することができるので、当該検出装置は上記組立誤差の影響を受けることなく操舵トルク等を正確に検出することができる。さらには、ターゲットの軸方向幅が必要以上に大きくなるのを防ぐことができるので、センサ部をコンパクトに構成して、当該センサ部ひいては検出装置の車両への搭載性が低下するのを防止することができる。

#### 【図面の簡単な説明】

##### 【図1】

本発明の一実施形態による操舵状態検出装置を含んで構成された電動パワーステアリング装置の要部構成を示す構造図である。

##### 【図2】

上記電動パワーステアリング装置におけるトーションバー、入力軸、出力軸、各ターゲット板、及び磁気センサを模式的に表した図である。

【図 3】

上記磁気センサからの出力信号（電圧）を示すグラフである。

【図 4】

上記磁気センサの具体的な構成例を示す構造図である。

【図 5】

上記磁気センサの出力信号での理想波形及び実波形を例示したグラフである。

【図 6】

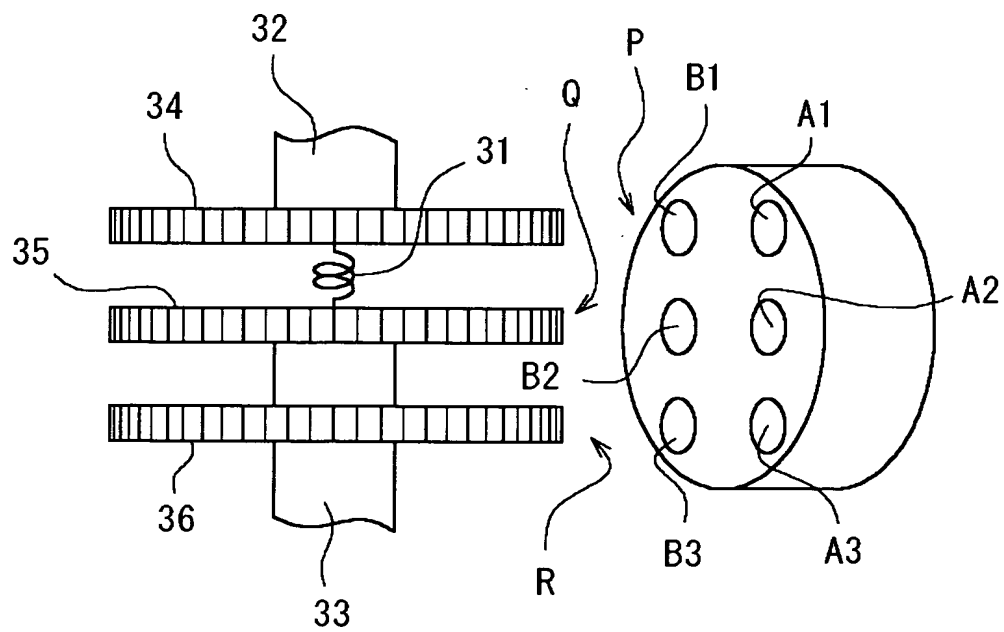
図 1 に示したターゲット板の歯数を変更した検証試験における、操舵トルクに生じる誤差の測定結果例を示すグラフである。

【符号の説明】

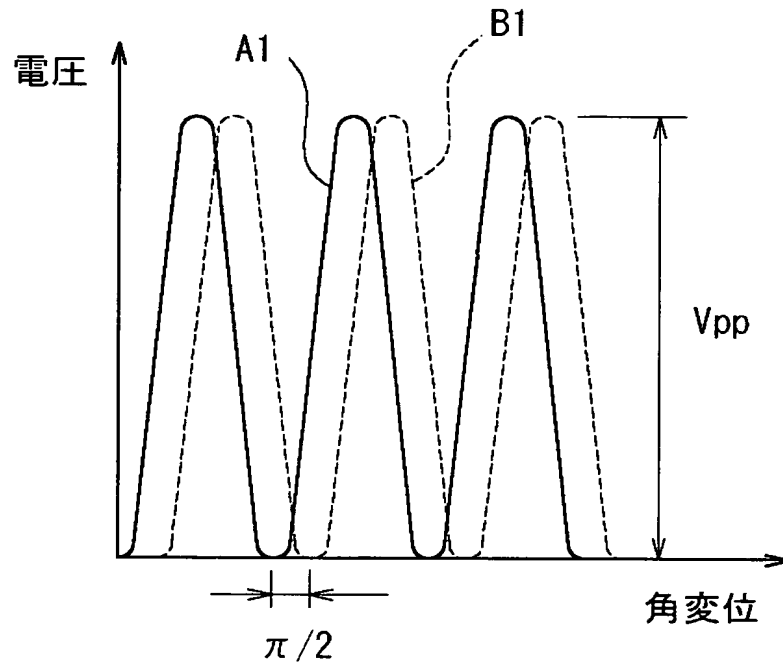
- 1 操舵部材
- 3 操舵軸
- 3 2 入力軸
- 3 3 出力軸
- 3 4 ～ 3 6 ターゲット板
- 3 4 a ～ 3 6 a 歯部
- P, Q, R センサ部
- A 1 ～ A 3, B 1 ～ B 3 磁気センサ
- a 1, a 2 MR 素子



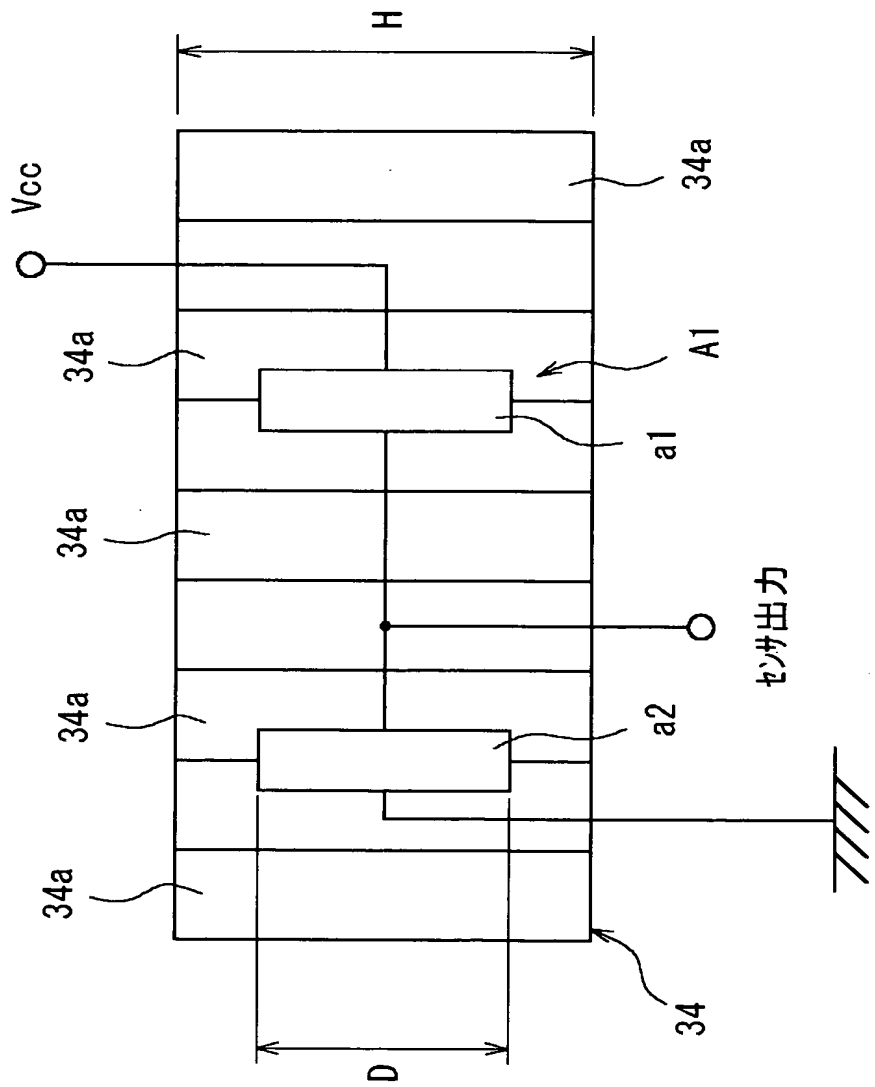
【図 2】



【図 3】

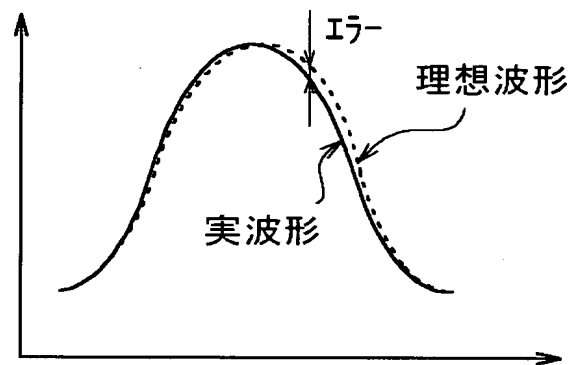


【図 4】

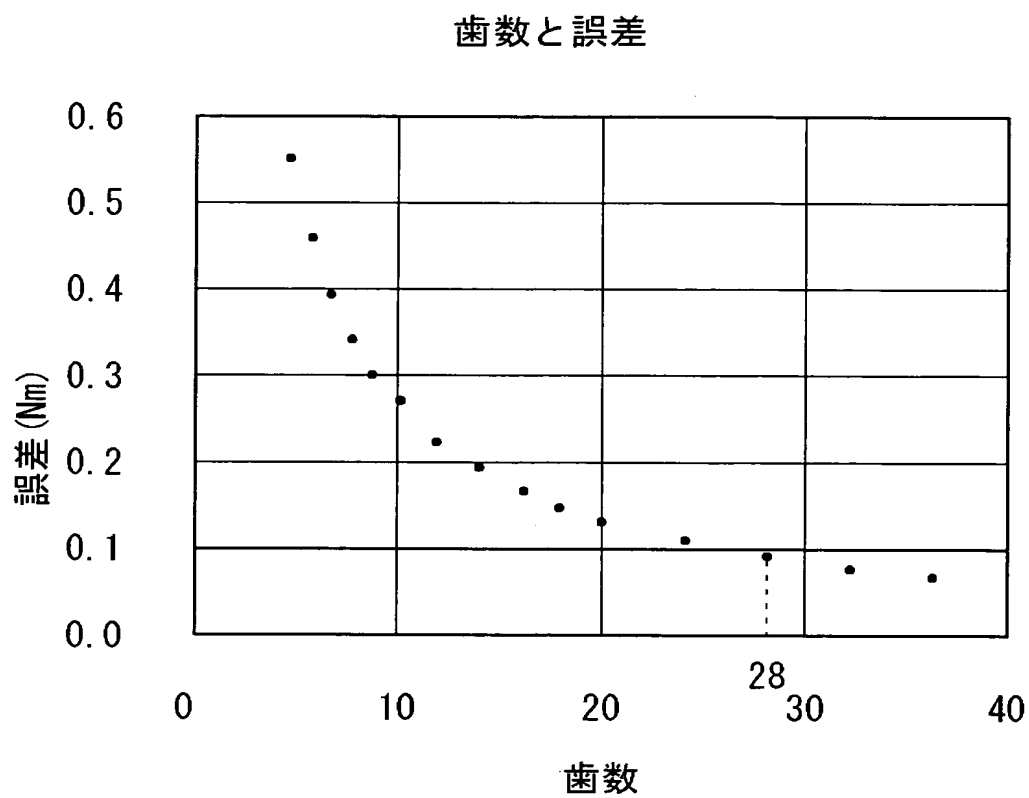




【図 5】



【図 6】



【書類名】

要約書

【要約】

【課題】 トーションバーが大きく捻れた場合でも、入出力軸の回転検出波形が一周分以上ずれるのを確実に防ぐことができ、よって入出力軸の相対角変位を瞬時に検出することができる構造簡単でコスト安価な操舵状態検出装置を提供する。

【解決手段】 歯部 34a, 35a を有する平歯状のターゲット 34, 35 を操舵部材 1 に連結される入力軸 32 及びこの入力軸 32 にトーションバー 31 を介在させて連結される出力軸 33 にそれぞれ設けて、操舵部材 1 での操舵状態を検出する検出装置において、操舵部材 1 に加えられる回転トルクの許容最大値を  $T$  としたときに、以下の不等式、 $360(\text{deg}) / Z > T(\text{Nm}) / K(\text{Nm/deg})$  を満足するように、歯部 34a, 35a の歯数  $Z$  及びトーションバー 31 のバネ定数  $K$  を決定する。

【選択図】

図 1

特願 2 0 0 2 - 2 7 9 4 3 6

出 願 人 履 歷 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 1 2 4 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

大阪府大阪市中央区南船場 3 丁目 5 番 8 号

氏 名

光洋精工株式会社